

#0  
D. B. L. H. R.  
11-30-01

Docket No.: 44239-084

PATENT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of

Daisuke HORIE

Serial No.:

Group Art Unit:

Filed: August 30, 2001

Examiner:

For: DISTORTION CORRECTION DEVICE FOR CORRECTING IMAGED OBJECT TO  
PRODUCE PLANE IMAGE WITHOUT DISTORTION



**CLAIM OF PRIORITY AND  
TRANSMITTAL OF CERTIFIED PRIORITY DOCUMENT**

Commissioner for Patents  
Washington, DC 20231

Sir:

In accordance with the provisions of 35 U.S.C. 119, Applicant hereby claims the priority of:

Japanese Patent Application No. 2000-260360,  
Filed August 30, 2000

cited in the Declaration of the present application. A certified copy is submitted herewith.

Respectfully submitted,

MCDERMOTT, WILL & EMERY

Edward J. Wise  
Registration No. 34,523

600 13<sup>th</sup> Street, N.W.  
Washington, DC 20005-3096  
(202) 756-8000 EJW:ykg  
**Date: August 30, 2001**  
Facsimile: (202) 756-8087

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

44239-084  
AUGUST 30, 2001  
HORIE  
McDermott, Will & Emery

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて  
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed  
with this Office

出願年月日

Date of Application:

2000年 8月30日

出願番号

Application Number:

特願2000-260360

出願人

Applicant(s):

ミノルタ株式会社

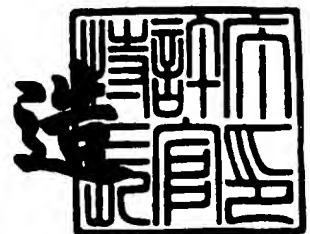
Jc979 U.S. PTO  
09/941838  
08/30/01

CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT

2001年 5月11日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及川耕造



【書類名】 特許願

【整理番号】 1001151

【提出日】 平成12年 8月30日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G06T 1/00  
G06T 3/00

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府中央区安土町二丁目3番13号大阪国際ビル ミ  
ノルタ株式会社内

【氏名】 保理江 大作

【特許出願人】

【識別番号】 000006079

【住所又は居所】 大阪府中央区安土町二丁目3番13号大阪国際ビル

【氏名又は名称】 ミノルタ株式会社

【代理人】

【識別番号】 100064746

【弁理士】

【氏名又は名称】 深見 久郎

【選任した代理人】

【識別番号】 100085132

【弁理士】

【氏名又は名称】 森田 俊雄

【選任した代理人】

【識別番号】 100096792

【弁理士】

【氏名又は名称】 森下 八郎

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008693

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 歪み補正装置およびその方法ならびに歪み補正プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 撮像部により撮影された対象物の画像データを取得する画像データ取得手段と、

前記取得された画像データからライン状の領域を検出する検出手段と、

前記撮像部と前記対象物との相対位置に関する情報を取得する位置情報取得手段と、

前記取得された相対位置に関する情報および前記検出されたライン状の領域に基づいて、前記対象物の撮影面の高さ分布情報を算出する算出手段と、

前記算出された高さ分布情報に基づいて、前記取得された画像データを幾何変換する変換手段とを備えた、歪み補正装置。

【請求項 2】 前記ライン状の領域は、前記対象物の端部、または、罫線、文字列等の前記対象物の撮影面上に記載された連続線を含む、請求項 1 に記載の歪み補正装置。

【請求項 3】 前記相対位置に関する情報は、前記撮像部と前記対象物の垂直距離に関する情報および水平距離に関する情報を含み、

前記位置情報取得手段は、

前記垂直距離に関する情報を取得する垂直距離取得手段と、

前記水平距離に関する情報を取得する水平距離取得手段とを含む、請求項 1 または 2 に記載の歪み補正装置。

【請求項 4】 前記検出手段は、前記画像データから 2 つのライン状の領域を検出し、

前記水平距離取得手段は、前記検出された 2 つのライン状の領域の傾きを基に、前記水平距離に関する情報を算出することを特徴とする、請求項 3 に記載の歪み補正装置。

【請求項 5】 前記取得された画像データのエッジを強調するエッジ強調画像を作成するエッジ画像作成手段をさらに含み、

前記検出手段は、前記作成されたエッジ強調画像を基にライン状の領域を検出することを特徴とする、請求項 1 ～ 4 のいずれかに記載の歪み補正装置。

【請求項 6】 前記取得された画像データに所定の前処理を行なう前処理手段をさらに備え、

前記エッジ画像作成手段は、前記所定の前処理の行なわれた画像データを基にエッジ強調画像を作成し、

前記所定の前処理は、倍率変更処理、鮮鋭化処理、白画素拡大処理、平滑化処理の少なくとも 1 つを含む、請求項 5 に記載の歪み補正装置。

【請求項 7】 撮像部により撮影された対象物の画像データを取得する画像データ取得ステップと、

前記取得された画像データからライン状の領域を検出する検出ステップと、

前記撮像部と前記対象物との相対位置に関する情報を取得する位置情報取得ステップと、

前記取得された相対位置に関する情報および前記検出されたライン状の領域に基づいて、前記対象物の撮影面の高さ分布情報を算出する算出ステップと、

前記算出された高さ分布情報に基づいて、前記取得された画像データを幾何変換する変換ステップとを備えた、歪み補正方法。

【請求項 8】 前記ライン状の領域は、前記対象物の端部、または、罫線、文字列等の前記対象物の撮影面上に記載された連続線を含む、請求項 7 に記載の歪み補正方法。

【請求項 9】 前記相対位置に関する情報は、前記撮像部と前記対象物の垂直距離に関する情報および水平距離に関する情報を含み、

前記位置情報取得ステップは、

前記垂直距離に関する情報を取得する垂直距離取得ステップと、

前記水平距離に関する情報を取得する水平距離取得ステップとを含む、請求項 7 または 8 に記載の歪み補正方法。

【請求項 10】 前記検出ステップは、前記画像データから 2 つのライン状の領域を検出し、

前記水平距離取得ステップは、前記検出された 2 つのライン状の領域の傾きを

基に、前記水平距離に関する情報を算出することを特徴とする、請求項 9 に記載の歪み補正方法。

【請求項 1 1】 前記取得された画像データのエッジを強調するエッジ強調画像を作成するエッジ画像作成ステップをさらに含み、

前記検出ステップは、前記作成されたエッジ強調画像を基にライン状の領域を検出することを特徴とする、請求項 7 ～ 1 0 のいずれかに記載の歪み補正方法。

【請求項 1 2】 前記取得された画像データに所定の前処理を行なう前処理ステップをさらに備え、

前記エッジ画像作成ステップは、前記所定の前処理の行なわれた画像データを基にエッジ強調画像を作成し、

前記所定の前処理は、倍率変更処理、鮮鋭化処理、白画素拡大処理、平滑化処理の少なくとも 1 つを含む、請求項 1 1 に記載の歪み補正方法。

【請求項 1 3】 請求項 7 ～ 1 2 のいずれかに記載の歪み補正方法をコンピュータに実行させるための歪み補正プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は歪み補正装置およびその方法ならびに歪み補正プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体に関し、特に、本などの見開き原稿を撮影した画像に対して、あたかも原稿が平面であるかのような画像を得ることのできる歪み補正装置およびその方法ならびに歪み補正プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

製本された本等の見開き原稿を上方から撮影すると、原稿台から原稿表面（撮影対象面）までの高さが均一でないために、歪んだ画像が得られる。図 2 0 に、見開き本を上方から撮影した場合に得られる歪んだ画像の一例を示す。

【0 0 0 3】

本図を参照して、撮影された見開き本2の画像は、丸で囲んだ領域aのように、文字列に歪みが生じ、位置毎に異なる回転を含む。さらに、丸で囲んだ領域bのように、画像の位置毎に文字のサイズが異なり、また、文字変形が生じる。したがって、このような歪んだ画像からは文字認識を行なうことが困難であった。なお、このような画像の歪みの問題は、文字領域に限られず、写真領域や罫線で囲まれた領域等についても同様に生じる。

【0004】

以下、図21および図22を用いて、画像の歪みが生じる様子を、原稿画像の垂直方向と水平方向とに分けて簡単に説明する。

【0005】

まず、垂直方向に生じる歪みについて説明する。図21は、原稿画像の水平方向の位置によって、画像のサイズが変化する様子を示した図である。本図を参照して、ここでは、見開き本2を真横から見た図を模式的に示している。撮像部は、見開き本2のほぼ中央付近（点P0）上方の点P1に位置している。見開き本2の撮影面上の点Aや点Bは、原稿台からの高さがそれぞれ異なる。このため、撮像部のある点P1からの垂直距離もそれぞれ異なる。

【0006】

撮像部からの垂直距離が異なると、それに応じて画像のサイズが変化する。具体的には、垂直距離が短いほど画像のサイズは大きくなり、垂直距離が長いほど画像のサイズは小さくなる。したがって、下側の図に示すように、原稿の水平方向の位置に応じて、すなわち、原稿台からの高さに応じて、画像サイズが変化し、解像度の変化が生じる。

【0007】

次に、水平方向に生じる歪みについて説明する。図22は、原稿画像の水平方向に画像の伸び縮みが生じる様子を示した図である。撮影条件は図21と同様であり、ここでも、見開き本2を真横から見た図を模式的に示している。見開き本2の撮影面は、曲面となっている。このため、見開き本2上の等間隔点の位置にある画像は、下側の図に示すように、平面上の間隔の異なる位置へと変換される。したがって、得られる撮影画像は水平方向に伸び縮みが生じる。



【0008】

その結果、図23に示すように、本来の平面画像（a）が、水平方向および垂直方向それぞれに歪んだ画像（b）として撮影されることになる。

【0009】

従来から、このような画像の歪み（以下、「ブック歪み」という）を補正するために様々な方法が提案されている。たとえば、特開平5-292314および特開平6-97658では、それぞれ、照射したスポット光およびスリット光を用いて原稿の面形状を検出することにより、ブック歪みを補正する技術が開示されている。また、特開平9-102854には、原稿横に設置されたミラーを用いて原稿の真横からの高さ変化を検出し、ブック歪みを補正する技術が開示されている。さらに、特開2000-20682には、原稿端の歪曲状態を基に原稿の高さ方向の変化を算出し、これを利用して補正を行なう技術が開示されている。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、前述したような補正方法では、以下に示すような問題が生じていた。

【0011】

すなわち、特開平5-29231に示される技術では、原稿の面形状の検出、即ち、高さの検出精度を上げるために、極めて多数の位置について測定する必要があった。また、正確な測定のためにスポット光の光量を十分に確保しなければならない。このため、装置が大型化すると共に、処理時間が長くなるという問題があった。さらに、最終的な文書画像を得るために、画像からスポット光の影響を消去する補正処理も必要であった。同様に、特開平6-97658に示される技術でも、スリット光の光量や消去のための補正処理の必要性に関して問題があった。

【0012】

また、特開平9-102854に示される技術では、設置されたミラーを用いて高さ変化の検出を行なうため、撮影器や被写体の位置が限定されるという問題

があった。

【0013】

さらに、特開2000-20682に示される技術では、原稿と撮像器の位置が固定である密着型スキャナを想定しているため、手持ち撮像器等、被写体原稿と撮像器との相対位置が不定である場合への適用は困難であった。

【0014】

即ち、相対位置が不定であると、高さ変化が激しい原稿をほぼ真上から見た場合の原稿端形状と、高さ変化が緩やかな原稿を角度をつけて見た場合の原稿端形状との区別をつけることができない。このため、原稿の高さ方向の変化が特定できず、正確な補正を行うことができないといった問題があった。

【0015】

本発明はかかる実状に鑑み考え出されたものであり、その目的は、撮影対象面の高さが一様でないために生じる撮影画像の歪みを、撮影条件によらず、容易かつ正確に補正することのできる歪み補正装置およびその方法ならびに歪み補正プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体を提供することである。

【0016】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するため、本発明のある局面に従うと、歪み補正装置は、撮像部により撮影された対象物の画像データを取得する画像データ取得手段と、取得された画像データからライン状の領域を検出する検出手段と、撮像部と対象物との相対位置に関する情報を取得する位置情報取得手段と、取得された相対位置に関する情報および検出されたライン状の領域に基づいて、対象物の撮影面の高さ分布情報を算出する算出手段と、算出された高さ分布情報に基づいて、取得された画像データを幾何変換する変換手段とを備える。

【0017】

この発明に従うと、検出されたライン状の領域、および、撮像部と対象物との相対位置に関する情報に基づいて、対象物の撮影面の高さ分布情報が算出される。このため、原稿台からの高さが一様でない見開き原稿を手持ち型の撮像器で上方から撮影する場合のように、撮像器の撮影位置が変化する場合であっても、撮

像部と対象物との相対位置に関する情報を取得することで、それに基づいて高さ分布情報を正確に算出することができる。

【 0 0 1 8 】

そして、算出された高さ分布情報に基づいて、画像データが幾何変換される。正確に算出された高さ情報を基に比較的容易な幾何変換が行なわれるため、容易かつ正確に撮影された画像の歪みを補正することができる。

【 0 0 1 9 】

したがって、撮影対象面の高さが一様でないために生じる撮影画像の歪みを、撮影条件によらず、容易かつ正確に補正することのできる歪み補正装置を提供することが可能となる。

【 0 0 2 0 】

好ましくは、ライン状の領域は、対象物の端部、または、罫線、文字列等の対象物の撮影面上に記載された連続線を含む。

【 0 0 2 1 】

これによると、検出手段により、取得された画像データから、対象物の端部、または、罫線、文字列等の対象物の撮影面上に記載された連続線が検出される。見開き原稿の原稿端など、対象物の端部の検出であると、対象物全体にわたる適切なラインデータが取得されることになる。また、罫線等の検出であると、原稿端など、対象物の端部が撮影画像に含まれていない場合であってもラインデータを取得することができる。

【 0 0 2 2 】

また、好ましくは、相対位置に関する情報は、撮像部と対象物の垂直距離に関する情報および水平距離に関する情報を含み、位置情報取得手段は、垂直距離に関する情報を取得する垂直距離取得手段と、水平距離に関する情報を取得する水平距離取得手段とを含む。

【 0 0 2 3 】

これによると、撮像部と対象物との相対位置に関する情報には、撮像部と対象物の垂直距離に関する情報および水平距離に関する情報を含む。このため、撮像部と対象物との位置関係が明確になり、対象物の撮影面の高さ分布情報を容易か

つ正確に算出することが可能となる。

【 0 0 2 4 】

ここで、垂直距離に関する情報とは、撮像部から撮影対象物に下ろした垂線の足の長さ（概距離情報）を意味し、水平距離に関する情報とは、たとえば、撮影対象物に対する、撮像部から撮影対象物に下ろした垂線の足の位置情報を意味する。

【 0 0 2 5 】

好ましくは、検出手段は、画像データから2つのライン状の領域を検出し、水平距離取得手段は、検出された2つのライン状の領域の傾きを基に、水平距離に関する情報を算出することを特徴とする。

【 0 0 2 6 】

これによると、撮像部と対象物との水平距離に関する情報が、検出された2つのライン状の領域の傾きを基に算出される。ライン状の領域の局所的な傾きが用いられるため、簡易な処理でもって水平距離に関する情報を算出することができる。

【 0 0 2 7 】

好ましくは、歪み補正装置は、取得された画像データのエッジを強調するエッジ強調画像を作成するエッジ画像作成手段をさらに含み、検出手段は、作成されたエッジ強調画像を基にライン状の領域を検出することを特徴とする。

【 0 0 2 8 】

これによると、エッジ強調画像を基に、ライン状の領域が検出されるため、検出処理を容易かつ確実に行なうことが可能となる。

【 0 0 2 9 】

好ましくは、歪み補正装置は、取得された画像データに所定の前処理を行なう前処理手段をさらに備え、エッジ画像作成手段は、所定の前処理の行なわれた画像データを基にエッジ強調画像を作成し、所定の前処理は、倍率変更処理、鮮鋭化処理、白画素拡大処理、平滑化処理の少なくとも1つを含む。

【 0 0 3 0 】

これによると、倍率変更処理等の所定の前処理が行なわれた後の画像データを

基にエッジ強調画像が作成される。このため、エッジ強調画像の作成がし易くなり、より適切な画像を作成することが可能となる。

【0031】

また、本発明の別の曲面に従うと、歪み補正方法は、撮像部により撮影された対象物の画像データを取得する画像データ取得ステップと、取得された画像データからライン状の領域を検出する検出ステップと、撮像部と対象物との相対位置に関する情報を取得する位置情報取得ステップと、取得された相対位置に関する情報および検出されたライン状の領域に基づいて、対象物の撮影面の高さ分布情報を算出する算出ステップと、算出された高さ分布情報に基づいて、取得された画像データを幾何変換する変換ステップとを備える。

【0032】

この発明に従うと、検出されたライン状の領域、および、撮像部と対象物との相対位置に関する情報に基づいて、対象物の撮影面の高さ分布情報が算出される。このため、原稿台からの高さが一様でない見開き原稿を手持ち型の撮像器で上方から撮影する場合のように、撮像器の撮影位置が変化する場合であっても、撮像部と対象物との相対位置に関する情報を取得することで、それに基づいて高さ分布情報を正確に算出することができる。

【0033】

そして、算出された高さ分布情報に基づいて、画像データが幾何変換される。正確に算出された高さ情報を基に比較的容易な幾何変換が行なわれるため、容易かつ正確に撮影された画像の歪みを補正することができる。

【0034】

したがって、撮影対象面の高さが一様でないために生じる撮影画像の歪みを、撮影条件によらず、容易かつ正確に補正することのできる歪み補正方法を提供することが可能となる。

【0035】

好ましくは、ライン状の領域は、対象物の端部、または、罫線、文字列等の対象物の撮影面上に記載された連続線を含む。

【0036】

これによると、検出ステップにおいて、画像データから、対象物の端部、または、罫線、文字列等の対象物の撮影面上に記載された連続線が検出される。見開き原稿の原稿端など、対象物の端部の検出であると、対象物全体にわたる適切なラインデータが取得されることになる。また、罫線等の検出であると、原稿端など、対象物の端部が撮影画像に含まれていない場合であってもラインデータを取得することができる。

## 【 0 0 3 7 】

好ましくは、相対位置に関する情報は、撮像部と対象物の垂直距離に関する情報および水平距離に関する情報を含み、位置情報取得ステップは、垂直距離に関する情報を取得する垂直距離取得ステップと、水平距離に関する情報を取得する水平距離取得ステップとを含む。

## 【 0 0 3 8 】

これによると、撮像部と対象物との相対位置に関する情報には、撮像部と対象物の垂直距離に関する情報および水平距離に関する情報を含む。このため、撮像部と対象物との位置関係が明確になり、対象物の撮影面の高さ分布情報を容易かつ正確に算出することが可能となる。

## 【 0 0 3 9 】

好ましくは、検出ステップは、画像データから2つのライン状の領域を検出し、水平距離取得ステップは、検出された2つのライン状の領域の傾きを基に、水平距離に関する情報を算出することを特徴とする。

## 【 0 0 4 0 】

これによると、撮像部と対象物との水平距離に関する情報が、検出された2つのライン状の領域の傾きを基に算出される。ライン状の領域の局所的な傾きが用いられるため、簡易な処理でもって水平距離に関する情報を算出することができる。

## 【 0 0 4 1 】

好ましくは、歪み補正方法は、取得された画像データのエッジを強調するエッジ強調画像を作成するエッジ画像作成ステップをさらに含み、検出ステップは、作成されたエッジ強調画像を基にライン状の領域を検出することを特徴とする。

【0042】

これによると、エッジ強調画像を基に、ライン状の領域が検出されるため、検出処理を容易かつ確実にこなうことが可能となる。

【0043】

好ましくは、歪み補正方法は、取得された画像データに所定の前処理を行なう前処理ステップをさらに備え、エッジ画像作成ステップは、所定の前処理の行なわれた画像データを基にエッジ強調画像を作成し、所定の前処理は、倍率変更処理、鮮鋭化処理、白画素拡大処理、平滑化処理の少なくとも1つを含む。

【0044】

これによると、倍率変更処理等の所定の前処理が行なわれた後の画像データを基にエッジ強調画像が作成される。このため、エッジ強調画像の作成がし易くなり、より適切な画像を作成することが可能となる。

【0045】

本発明のさらに別の曲面に従うと、コンピュータ読み取り可能な記録媒体は、上述したいずれかの歪み補正方法をコンピュータに実行させるための歪み補正プログラムを記録する。

【0046】

この発明に従うと、撮影対象面の高さが一様でないために生じる撮影画像の歪みを、撮影条件によらず、容易かつ正確に補正することのできる歪み補正方法をコンピュータに実行させるための歪み補正プログラムを記録したコンピュータ読み取り可能な記録媒体を提供することが可能となる。

【0047】

【発明の実施の形態】

次に、本発明の実施の形態を、図面に基づいて詳細に説明する。

【0048】

図1は、本発明の実施の形態における歪み補正装置を備えた手持ち型の撮像器1が、見開き原稿2を撮影する様子を示した図である。歪み補正装置は、本図に示すような手持ち型の撮像器1の内部に設けられている。そして、撮像器1により、本などの見開き原稿2が上方から撮影されると、その撮影された画像の歪み

補正処理を行なう。

【0049】

図2は、本発明の実施の形態における歪み補正装置200全体の概略構成を示した図である。本図を参照して、歪み補正装置200は、撮像器1により撮影された原稿の画像データを入力する入力部201と、CPU209で行なわれる歪み補正処理プログラムを保存し、また、入力された画像データ、処理データ等を格納するメモリ203と、撮像器1から撮影対象である原稿面までの距離を測定する距離センサ205と、CPU209により歪み補正がなされた後の画像データを出力する出力部207と、これらを制御等し、歪み補正処理を行なうCPU209とを含む。

【0050】

撮像器1により撮影された画像データは、デジタルデータとして、入力部201から歪み補正装置200内に入力される。入力された画像データは、メモリ203内の所定領域に一旦格納される。格納された画像データは、適宜CPU209により読み出され、各種画像処理が施される。この際、必要に応じて距離センサ205により測定された原稿面までの概距離データも使用される。画像処理が施された後の最終の画像データは、出力部207から歪み補正装置200の外部に出力される。

【0051】

以下、歪み補正装置200の行なう処理について詳細に説明する。図3は、歪み補正装置200におけるブック歪み補正処理の全体の流れを示したフローチャートである。歪み補正装置200は、まず、ステップS301の処理を行なう前に、距離センサ205により手持ち型の撮像器1から撮影対象である原稿面までの概距離についての情報を得る。この際、距離センサ205は、コントラスト法、三角測量、および位相差方式等のいずれを用いて距離を算出してもよい。なお、原稿サイズが既知であるならば画像内の原稿サイズを基に、概距離情報を算出してもよい。

【0052】

この後、ブック歪みを補正するための処理を行なうが、ここでは説明の簡略化



のため、原稿は左右に見開きの状態であることが既知であるものとする。原稿の見開き方向が左右であるか上下であるか、あるいは原稿が回転しているか否かについては、原稿端、または原稿の角の位置関係を基に検出ができる。そして、原稿が左右の見開き状態になるように画像あるいは座標軸を回転して考えれば同様に補正が行なえるため、ここでは詳細の説明を省略し、左右に見開き状態であるとする。

#### 【 0 0 5 3 】

原稿面までの概距離情報が求められると、ステップ S 3 0 1 において、撮像器 1 により撮影された見開き原稿の画像データに対して前処理が行なわれる。すなわち、入力画像データに縮小処理、鮮鋭化処理、平滑化処理、および白画素拡大処理等が施される。

#### 【 0 0 5 4 】

図 4 は、図 2 0 で示した見開き原稿の撮影画像を、縮小処理した後に、鮮鋭化処理、白画素拡大処理、平滑化処理を順に行なった場合の画像を示す図である。このような前処理を行なうことで、後に行なうエッジ画像の作成を確実に行なうことが可能となる。

#### 【 0 0 5 5 】

前処理が終了すると、ステップ S 3 0 3 において、エッジ画像の作成処理が行なわれる。エッジ画像の作成には、例えば二次微分処理が使用される。図 5 に、図 4 の前処理が施された画像を基に、二次微分の絶対値を算出して、二次微分画像を作成した図を示す。このようなエッジ画像を作成することにより、後に行なう原稿端検出を確実に行なうことが可能となる。

#### 【 0 0 5 6 】

エッジ画像の作成が終了すると、次にステップ S 3 0 5 において、原稿端の検出処理が行なわれる。本ステップでは、後に行なう撮像器 1 の相対位置検出処理に必要なため、上端および下端の両方の原稿端の検出が行なわれる。なお、検出方法の詳細については、後述する。

#### 【 0 0 5 7 】

原稿端が検出されると、ステップ S 3 0 7 において、検出された原稿の上下端

情報から、撮像器 1 と原稿との相対位置についての検出処理が行なわれる。ここで、相対位置とは、原稿の置かれている平面に撮像器 1 から垂線を下ろした場合、その垂線の足が、撮影された原稿画像上のどこに位置するかを示す位置情報のことである。この相対位置と、原稿と撮像器 1 間の距離情報とが分からなければ、検出された原稿端の形状から、正確な高さ情報を取得することができなくなる。

## 【0058】

図 8 から図 10 は、高さの異なる原稿について、原稿端を検出した場合、同じような原稿端の形状が得られる場合を示す図である。いずれも、点 P 1 に撮像器 1 が存在し、原稿の上端を検出する場合を考える。なお、点 P 0 は、撮像器 1 から下ろした垂線の足である。また、いずれも、(a) は、撮像器 1 と原稿との撮影位置関係を示した斜視図であり、(b) は、原稿を上からみた平面図である。

## 【0059】

例えば、図 8 で示すように、撮像器 1 から、薄い見開き原稿をかなり鋭角で見た場合に得られる原稿端形状 1 と、図 9 で示すように、分厚い原稿をほぼ真上から見た場合に得られる原稿端形状 1' と、図 10 に示すように、薄い原稿をほぼ真上から見た場合であって、原稿サイズが大きい場合に得られる原稿端形状 1'' とは、いずれも形状が似ている。したがって、これらの場合は、相対位置情報（点 P 0 についての位置情報）が分からなければ、上端から高さ変化を正確に検出することができなくなる。

## 【0060】

撮像器 1 の相対位置の検出が終了すると、ステップ S 309 において、原稿端の形状を基に高さ情報の算出処理が行なわれる。すなわち、撮像器 1 から原稿までの概距離、撮像器 1 の相対位置、および原稿端情報を用いて、原稿上の各点における高さ情報が算出される。

## 【0061】

なお、左右方向に見開きが存在する原稿画像では、縦方向には高さの変化が少ないものと想定する。このため、ここでは原稿端の上端のみを用いて左右方向の高さ情報を算出する。

## 【0062】

高さ情報が算出されると、最後に、ステップS311において、原稿画像データに対して高さ情報を用いた幾何学変形補正処理が行なわれる。すなわち、撮影された原稿画像に対して、水平方向（x軸方向）について、曲面を平面に伸ばすような画像の幾何学変換が行なわれる。また、垂直方向（y軸方向）については、画像のサイズが異なり伸び縮みが生じている画像の倍率変更が行なわれる。

## 【0063】

幾何学変形補正処理が完了すると、ブック歪みに対する補正処理が終了する。以上説明した処理を行なうことにより、見開き原稿を上方から撮影した際に生じる画像の歪みが補正され、あたかも平面原稿であるかのように画像を再現することができる。

## 【0064】

続いて、図3のブック歪み補正処理における原稿端検出処理（S305）、撮像器の相対位置検出処理（S307）、高さ情報算出処理（S309）、および幾何学変形補正処理（S311）の各処理の詳細について説明する。

## 【0065】

まず、図6を用いて原稿端の検出処理（S305）を説明する。本図を参照して、長方形枠は入力画像全体の外延を示しており、曲線Lは検出された原稿端を示している。また、点線Lv0、Lv1、およびLv2は、入力画像全体を水平方向に4等分した際のラインである。

## 【0066】

通常、原稿画像は入力画像の中央付近には必ず存在すると考えられる。このため、点線Lv1から点線Lv2の間にまたがって存在する最も上に位置する連続エッジを原稿の上端として認識する。

## 【0067】

したがって、まず点線Lv1上で、最も上に存在するエッジ画素を検出する。具体的には、二次微分画像の点線Lv1上の位置にある画素を、上から順に一定のしきい値Th1よりも大きいか否かを調ることにより行なう。しきい値Th1より大きい画素が検出されると、その時点で、その画素を最も上に存在するエッ

ジ画素として認識する。

【0068】

L v 1 上のエッジ画素が検出されると、次は、右側のエッジ画素の検出を順に行なう。図7は、右側のエッジ画素の検出を説明するために、図6のA付近の画素を拡大して示した図である。本図を参照して、検出されたエッジ画素を注目画素Pとすると、その注目画素位置の右側5画素（01～05）の中から、次のエッジ画素を検出する。

【0069】

まず、右側5画素のうち、最も二次微分画像の画素値が大きい画素を選択する。次に、この画素の画素値をしきい値Th2（ $< Th1$ ）と比較して大きいかなかを判断する。結果、大きければこの画素をエッジ画素と認識する。そして、エッジ画素と認識された画素を注目画素として、同様に右側の5画素についてのエッジ画素の抽出を行なう。このようにして、順にエッジの追跡を行なう。

【0070】

点線L v 2に到達するまでに、しきい値Th2よりも大きい画素が存在せず、エッジが途切れてしまった場合には、そのラインはエッジではないと handling し、新たにエッジの抽出を行なう。すなわち、まず、点線L v 1上のエッジ画素として、先に抽出された画素より下側の画素を選択して、同様に右側にエッジを追跡する。この処理を適宜繰り返すことにより、点線L v 1と点線L v 2との間にまたがる最も上部に位置する連続エッジを原稿上端として抽出する。

【0071】

連続エッジが抽出されると、次は、点線L v 1から左側および点線L 2から右側に、同様のエッジ追跡を行なう。そして、最終的に二次微分画像において、原稿の上端を検出する。

【0072】

同様にして、原稿の下端の検出も行なう。すなわち、図6における処理を上下対象にして行なうことで、原稿の下端を検出することができる。なお、左端や右端を検出する必要がある場合にも、同様にして行なう。

【0073】

検出された上部の原稿端は、縮小画像に対して検出されたものであるため、元画像のサイズに対応させる必要がある。したがって、線形補間やキュービックコンボリューション等の既存の補間方法によって原稿端画像情報を復元しておく。

#### 【0074】

次に、撮像器1と原稿との相対位置の検出処理（S307）について説明する。図11は、原稿端情報から相対位置を算出する具体例を説明するための図である。本図を参照して、ここでは、水平方向にx軸を、垂直方向にy軸をとっている。そして、原稿端の局所的な傾きを基に、相対位置を算出する。

#### 【0075】

まず、撮影された見開き原稿2の上端の点（X、Y<sub>a</sub>）における傾き角 $\theta$ と、同じx座標値の原稿下端の点（X、Y<sub>b</sub>）における傾き角 $\phi$ とを求める。その結果、 $\theta$ と $\phi$ が同符号、かつ $|\theta| > |\phi|$ の場合は、撮像器1のy方向の位置（相対位置座標）Y<sub>c</sub>は、 $Y_c = Y_b + k \times (Y_b - Y_a) \times |\phi|$ により求める。そして、 $\theta$ と $\phi$ が同符号、かつ $|\theta| \leq |\phi|$ の場合は、 $Y_c = Y_a - k \times (Y_b - Y_a) \times |\theta|$ により、また、 $\theta$ と $\phi$ が異符号の場合は、 $Y_c = \{ (Y_a + Y_b) / 2 \} + \{ (Y_b - Y_a) / 2 \} \times (|\phi| - |\theta|) / (|\theta| + |\phi|)$ により、それぞれ求める。

#### 【0076】

ここで、係数kは、撮像器1と原稿との概距離、標準的な被写体のサイズ（または撮影画角）等に応じて、その都度一義的に設定される値である。本図においては、文字列Sで示されるY座標位置が撮像器1の相対位置となる。なお、傾き角は反時計回りを正とするため、本図においては、 $\theta$ は正であるが $\phi$ は負となる。

#### 【0077】

また、原稿端の局所的な傾き角を用いて相対位置を算出する代わりに、原稿内の文字列、矩形、罫線等の傾きを用いて同様に算出してもよい。原稿端が上下端とも画像内に撮像されているとは限らないからである。傾き角の抽出には、画像の縮小、黒画素の拡大、平滑化等によって黒画素を拡大した後に測定を行なうなど、周知の方法により行なう。

## 【0078】

なお、原稿端や文字列等を用いて傾きを抽出する場合、傾きが検出されず、傾き角が0となる局所領域が検出されたとすると、その位置を相対位置として決定してもよい。たとえば、図11においては、傾き角が0となる文字列Sを含む領域が、相対位置として決定されることになる。また、相対位置の精度を上げるために図12の点線で囲んだ領域のように複数の領域に対して求めた傾き角を基に、撮像器1の相対位置を算出してもよい。

## 【0079】

続いて、図13および図14を用いて、高さ情報の算出処理について説明する。図13は、撮影された原稿端Lと撮像器1との位置関係を示した斜視図である。また、図14は、図13を矢印方向から見た場合の位置関係を説明するための図である。

## 【0080】

図13および図14を参照して、点P1は撮像器1の位置、点P0は原稿が置かれている平面にP1から下ろした垂線の足、点A'は原稿端上で最も高さが高い位置、点B'は任意の原稿端上の位置を、それぞれ示している。また、曲線Lは撮影された原稿端形状を示している。

## 【0081】

このため、たとえば、点A'の高さ情報は、三角形の相似関係を用いて、 $A' A = P1 P0 \cdot A2 A / A2 P0$ として算出することができる。同様に、点B'の高さ情報も、 $B' B = P1 P0 \cdot B2 B / B2 P0$ として算出することができる。

## 【0082】

ここで、P1P0は、撮像器1から原稿までの概距離である。また、P0Pは、撮像器1の原稿に対する相対位置として求められるため、A2P0やB2P0は、P0Pと各座標値とから求められる。

## 【0083】

最後に、高さ情報を用いた幾何学変形補正処理（ステップS311）について説明する。図15は、水平方向に幾何学変形される様子を概念的に示した図であ

る。図15(a)は変形前の原稿表面の形状を表わしており、図15(b)は変形後の原稿表面形状を表わしている。本図を参照して、幾何学変形は、変形後の平面を等分するようにM0、M1、M2・・・と順に区切り、その各格子点(M0～M9)が変換前の曲面上ではどの位置にあるのかを求めることにより行なう。

#### 【0084】

このような幾何学変形により画像が変換される様子を、図16を用いてより詳細に説明する。図16を参照して、変換後の格子点M1にくるべき変換前の画像のデータは、原稿端上において、 $M0M1 = N0N1$ となるような位置N1のデータである。このN1点は、 $N0N1$ 付近の傾きを基に求められる(ただし、 $M0 = N0$ )。なお、 $N0N1$ 付近の傾きは、高さ情報からM1付近の位置の曲面上の傾きを算出し、それを用いればよい。

#### 【0085】

N1点が求められると次に、 $M1M2 = N1N2$ となるような位置N2を同様にして求める。そして、N2点のデータは、平面上の格子点M2に変換される。同様にして、 $M2M3 = N2N3$ となるような位置N3が求められ、N3点のデータがM3点に変換される。この処理を繰り返すことで、水平方向への幾何学変換が行なわれる。

#### 【0086】

図17は、高さ情報に基づく幾何学変形補正によりブック歪みが補正される様子を概念的に示した図である。本図を参照して、前述した水平方向への幾何学変換により、図17(a)に示すような歪んだ画像が、図17(b)に示すように水平方向に伸ばされて、解像度が一樣となる画像に変換される。

#### 【0087】

そして、この図17(b)に示す水平方向に補正された画像に、垂直方向への倍率変換処理が行なわれ、最終的に、図17(c)に示すように、垂直方向のサイズの変化も補正された平面画像が得られることになる。

#### 【0088】

垂直方向への倍率変換処理は、原稿端形状より算出された高さ情報と、撮像器

1 の撮影距離（概距離）とを用いて行なわれる。すなわち、図 21 において説明したように、垂直方向の画像サイズが水平位置に因って異なるのは、原稿から撮像器までの高さの変化に起因する。このため、高さ情報と概距離とから原稿の各点から撮像器までの高さを求めることができ、これを用いて垂直方向の倍率変換を行なうことができる。たとえば、原稿上の最も高い位置、あるいは最も低い位置などを基準として垂直方向のライン毎に幾何学変換を行なう。

【0089】

なお、図 17 においては、水平方向の幾何学変換を行なった後に垂直方向の倍率変換を行なっているが、処理順序は逆であってもよい。また、高速化を図るために、座標計算のみ予め行なっておき、水平方向と垂直方向の両変換処理を一括して行なってもよい。

【0090】

ここまでの説明では、撮影された見開き原稿に、スキューやあおりのない場合を考えていた。以下、図 18 および図 19 を用いて、原稿全体にスキューやあおりがある場合の処理について説明する。

【0091】

図 18 (a) に示されるように、見開き原稿にスキューやあおりがある場合は、図 3 の原稿端検出処理 (S305) の検出結果に基づいて、A～D の各端点を求めるそして、これらの端点を基に、図 18 (b) に示されるように、予めこれらを補正する。そして、図 3 のステップ S307、S309、および S311 の各処理を行なう。

【0092】

なお、見開き原稿と撮像器 1 の空間的な位置関係が既知であれば、その位置関係の情報を用いてスキューやあおりを補正してもよい。この場合、最初からあおり等の補正された画像データを用いて、図 3 のブック歪み補正（ステップ S301～S311）を行なう。

【0093】

図 19 は、たるみやあおりのために原稿の上端と下端において高さ変化が異なる場合に、撮影された原稿画像から高さ情報を算出する方法を説明するための図



である。ここでは、直線AM、直線ST、および直線DNは、x軸に平行な（水平な）直線である。また、直線QRは、原稿上の垂直な直線に該当し、撮影された原稿画像上では、あおりのためにy軸と平行ではない直線である。

## 【0094】

本図を参照して、まず、直線AM上（ $y = y_a$ 上）の任意の点の高さ情報は、前述した方法により原稿上端の形状から算出される。また、直線DN上（ $y = y_d$ 上）の任意の点の高さ情報も、同様に、原稿下端の形状から算出される。よって、直線AM上の点Qの高さ情報を $H_q$ 、直線DN上の点Rの高さ情報 $H_r$ は、それぞれのx座標の値 $x_q$ および $x_r$ が分かれば、算出することができる。

## 【0095】

ここで、 $x_q = \{ (x_m - x_a) (x_p - x_s) / (x_t - x_s) \} + x_a$   
 $x_r = \{ (x_n - x_d) (x_p - x_s) / (x_t - x_s) \} + x_d$   
 である。なお、 $x_i$ （ $i = a, d, m, n, p, t$ ）は、 $i$ 点におけるx座標の値である。したがって、 $x_q$ 、 $x_r$ を用いることで、直線ST上の任意の点Pの高さ情報 $H_p$ は、次式により算出することができる。

## 【0096】

$$H_p = \{ (y_d - y_p) H_q + (y_p - y_a) H_r \} / (y_d - y_a)$$

このようにして、原稿上の任意の点の高さ情報が、原稿上端および原稿下端からの距離、原稿上端および下端の高さ情報を用いて算出される。

## 【0097】

そして、高さ情報に基づく幾何学変形処理は、水平方向については、任意の点Pを通る水平線（直線ST）上の高さ分布を基に座標位置変換を行い、垂直方向については任意の点Pにおける高さ情報（あるいは、OR上の全ての点の高さ情報の平均値）を基に座標位置変換を行なう。

## 【0098】

このように、2つの高さ情報を用いてブック歪み補正を行なうことで、さらに高精度な歪み補正を行なうことができる。

## 【0099】

以上説明したように、本実施の形態における歪み補正装置200によると、ま

ず、高さの異なる見開き原稿を上方から撮影した際の画像データから原稿端が検出される。次に、検出された原稿端、撮像器と原稿との概距離（垂直距離）、および相対距離（水平距離）を用いることで、原稿の高さ情報が算出される。そして、この算出された高さ情報を用いて元画像に幾何変換が施される。これにより、原稿表面が歪曲している見開き原稿の画像があたかも平面原稿であるかのような画像へと変換されることになる。その結果、文書の識別が容易となり、また、文書画像処理も容易に行なうことができる。

【0100】

しかも、撮影された画像情報から検出された原稿端形状（エッジ形状）を基に、相対距離、高さ情報等を得ることができるため、照明装置や複雑なセンサ装置等を不要とし、簡易かつ装置の小型化を図ることができる。

【0101】

なお、今回示した歪み補正処理は、上述した一連の処理動作を機能させるための歪み補正プログラムをコンピュータに実行させることによって実現することができる。歪み補正プログラムは、予めコンピュータ内のハードディスクにインストールされたものであってもよいし、CD-ROM、磁気テープのような取り外し可能な記録媒体に記録されたものであってもよい。いずれにせよ、歪み補正プログラムはコンピュータ読み取り可能な記録媒体に記録されている。

【0102】

なお、コンピュータ読み取り可能な記録媒体としては、磁気テープやカセットテープなどのテープ系、磁気ディスク（フレキシブルディスク、ハードディスク装置等）や光ディスク（CD-ROM/MO/MD/DVD等）などのディスク系、ICカード（メモリカードを含む）や光カードなどのカード系、あるいはマスクROM、EPROM、EEPROM、フラッシュROMなどの半導体メモリ等の、固定的にプログラムを担持する媒体が考えられる。

【0103】

また、ネットワークからプログラムがダウンロードされるように、流動的にプログラムを担持する媒体であってもよい。

【0104】

なお、記録媒体に格納される内容としては、プログラムに限定されず、データであってもよい。

【0105】

なお、今回の実施の形態においては、図6等で説明したように、原稿端を検出することで原稿端形状（エッジ形状）を求めている。しかし、原稿端に限らず、原稿上の文字列、罫線等の本来ライン状の領域等をエッジとして検出してもよい。原稿の高さや方向の変化によって、原稿端と同様にこれらのライン状の領域も曲がって撮影されるため、これらのライン状の領域等の形状を基に高さ情報を算出することもできる。なお、これらの形状の検出は、前述の相対位置を算出する際の文字列、矩形、罫線等の傾き検出方法と同様の検出方法を用いればよい。

【0106】

また、図3の原稿端検出処理（S305）においては、図6および図7で示す方法により原稿端が検出される場合を説明した。しかし、このような検出方法に限定されるものではなく、エッジ追跡の際に比較すべき画素数を増減させたり、また、他の方法により検出してもよい。

【0107】

今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって、制限的なものではないと考えるべきである。本発明の範囲は、上記した説明ではなく特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味及び範囲内ですべての変更が含まれることが意図される。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施の形態における歪み補正装置を備えた手持ち型の撮像器1が、見開き原稿2を撮影する様子を示した図である。

【図2】 本発明の実施の形態における歪み補正装置200全体の概略構成を示した図である。

【図3】 歪み補正装置200におけるブック歪み補正処理の全体の流れを示したフローチャートである。

【図4】 図20で示した見開き原稿の撮影画像を、縮小処理した後に、鮮鋭化処理、白画素拡大処理、平滑化処理を順に行なった場合の画像を示す図であ

る。

【図 5】 図 4 の前処理が施された画像を基に、二次微分の絶対値を算出して、二次微分画像を作成した図である。

【図 6】 原稿端の検出処理 (S 305) を説明するための図である。

【図 7】 右側のエッジ画素の検出を説明するために、図 6 の A 付近の画素を拡大して示した図である。

【図 8】 撮像器 1 から、薄い見開き原稿をかなり鋭角で見た場合に得られる原稿端形状 1 を説明するための図である。

【図 9】 分厚い原稿をほぼ真上から見た場合に得られる原稿端形状 1' を説明するための図である。

【図 10】 薄い原稿をほぼ真上から見た場合であって、原稿サイズが大きい場合に得られる原稿端形状 1'' を説明するための図である。

【図 11】 原稿端情報から相対位置を算出する具体例を説明するための図である。

【図 12】 撮像器 1 の相対位置を複数の傾き角を基に算出する場合を示した図である。

【図 13】 撮影された原稿端 L と撮像器 1 との位置関係を示した斜視図である。

【図 14】 図 13 を矢印方向から見た場合の位置関係を説明するための図である。

【図 15】 水平方向に幾何学変形される様子を概念的に示した図である。

【図 16】 幾何学変形により画像が変換される様子をより詳細に説明するための図である。

【図 17】 高さ情報に基づく幾何学変形補正によりブック歪みが補正される様子を概念的に示した図である。

【図 18】 原稿全体にスキューやあおりがある場合の処理について説明するための図である。

【図 19】 たるみやあおりのために原稿の上端と下端において高さ変化が異なる場合に、撮影された原稿画像から高さ情報を算出する方法を説明するため

の図である。

【図 2 0】 見開き本を上方から撮影した場合に得られる歪んだ画像の一例を示す図である。

【図 2 1】 原稿画像の水平方向の位置によって、画像のサイズが変化する様子を示した図である。

【図 2 2】 原稿画像の水平方向に画像の伸び縮みが生じる様子を示した図である。

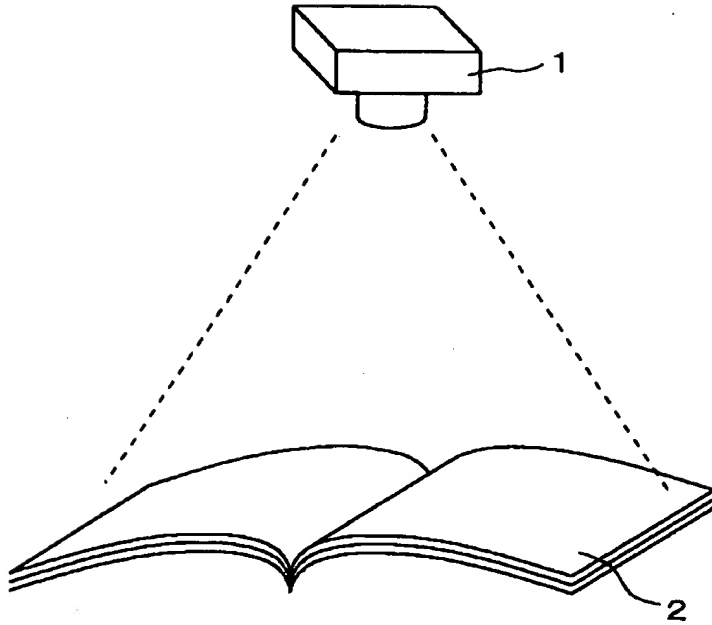
【図 2 3】 平面画像が、水平方向および垂直方向それぞれに歪んだ画像として撮影される様子を示した図である。

【符号の説明】

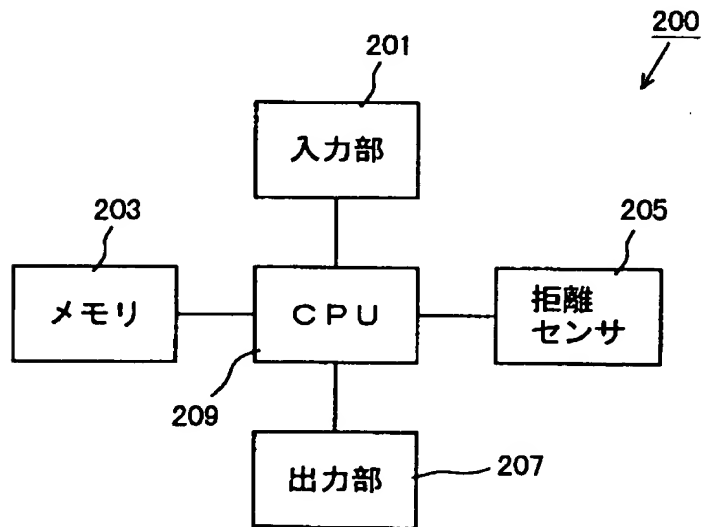
1 撮像器、2 0 0 歪み補正装置、2 0 1 入力部、2 0 3 メモリ、2 0 5 距離センサ、2 0 7 出力部、2 0 9 C P U。

【書類名】 図面

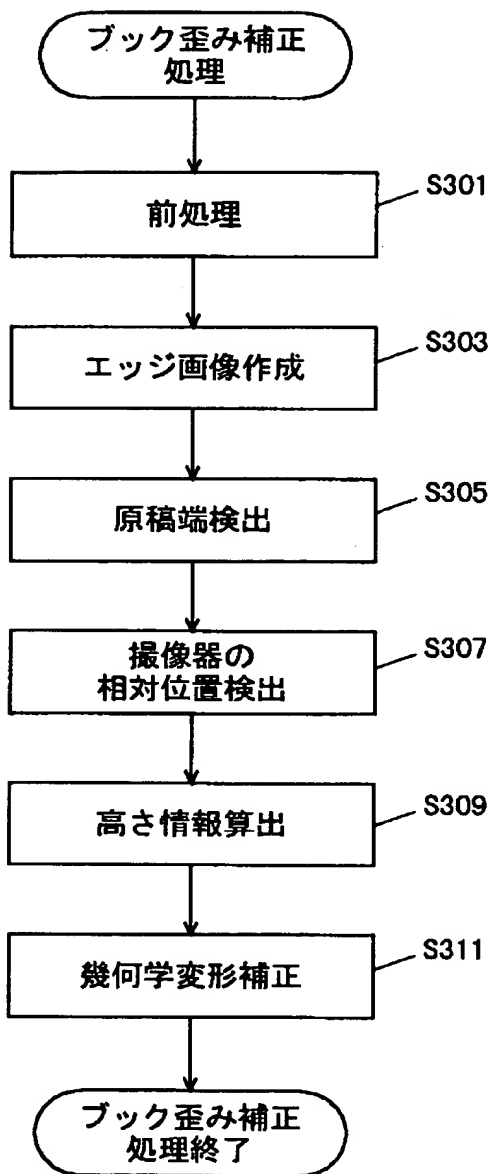
【図 1】



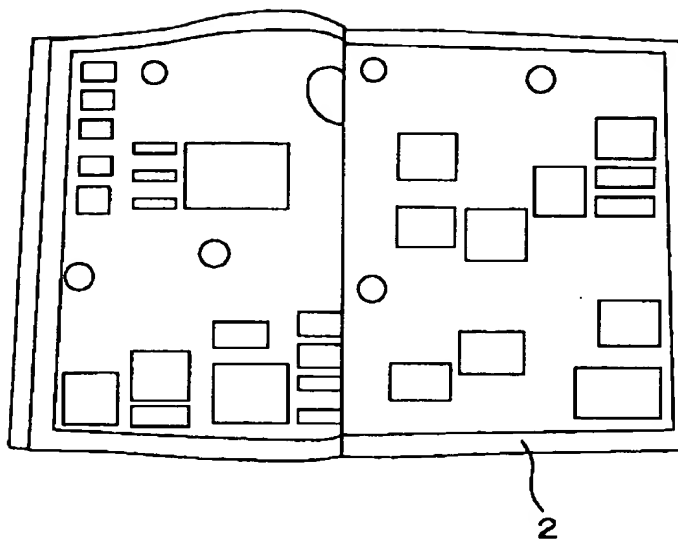
【図 2】



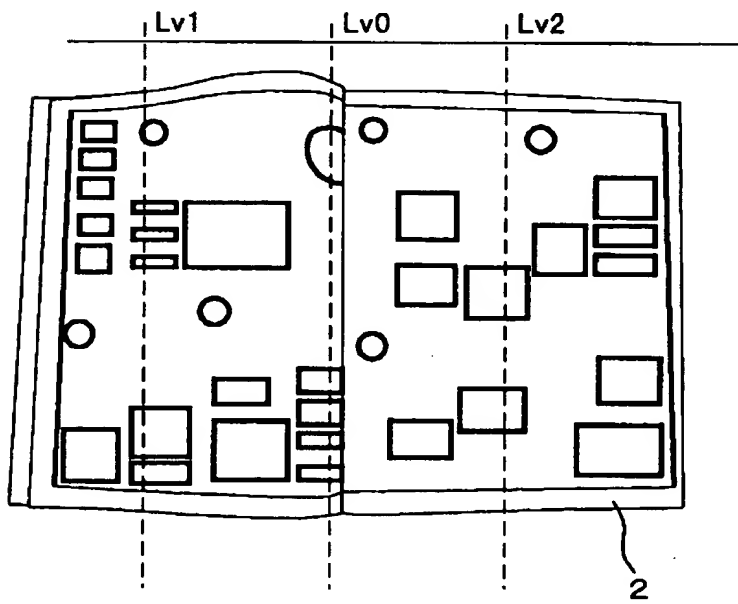
【図 3】



【図4】

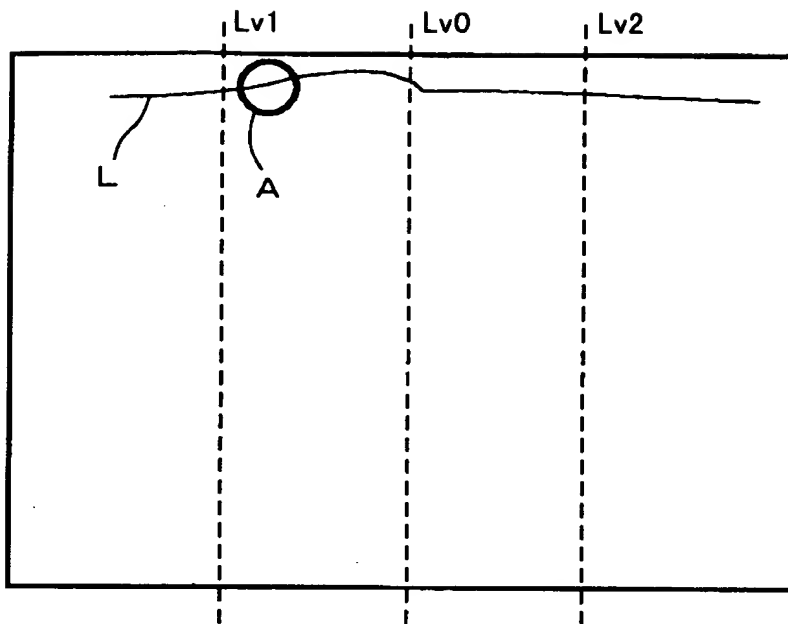


【図5】





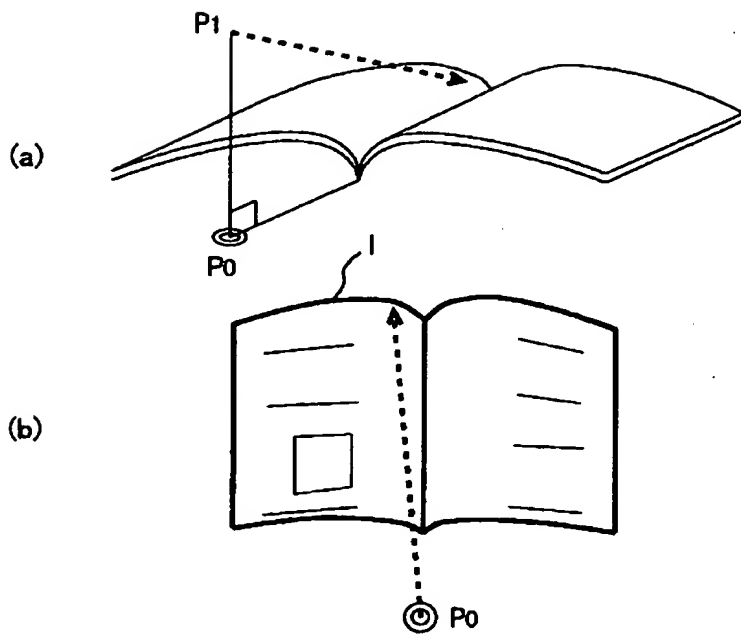
【図 6】



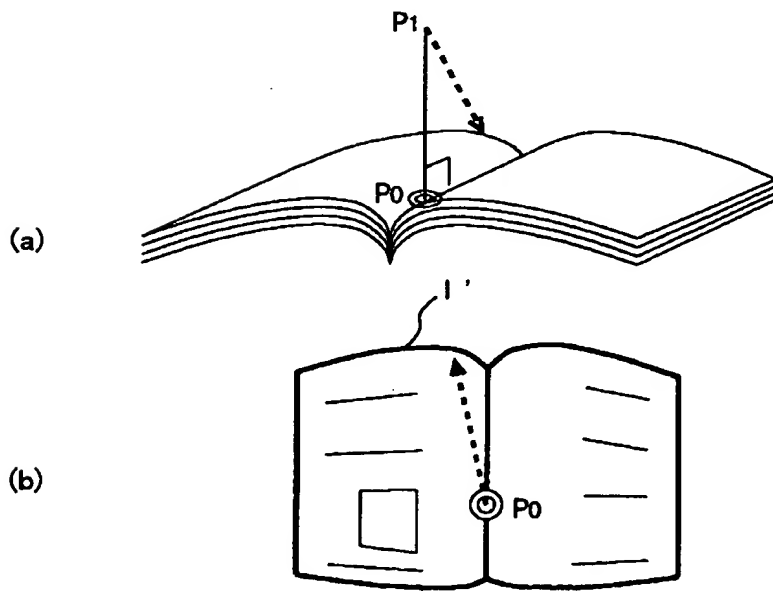
【図 7】

	Q1 (X+1, Y-2)
	Q2 (X+1, Y-1)
注目画素 P (X, Y)	Q3 (X+1, Y)
	Q4 (X+1, Y+1)
	Q5 (X+1, Y+2)

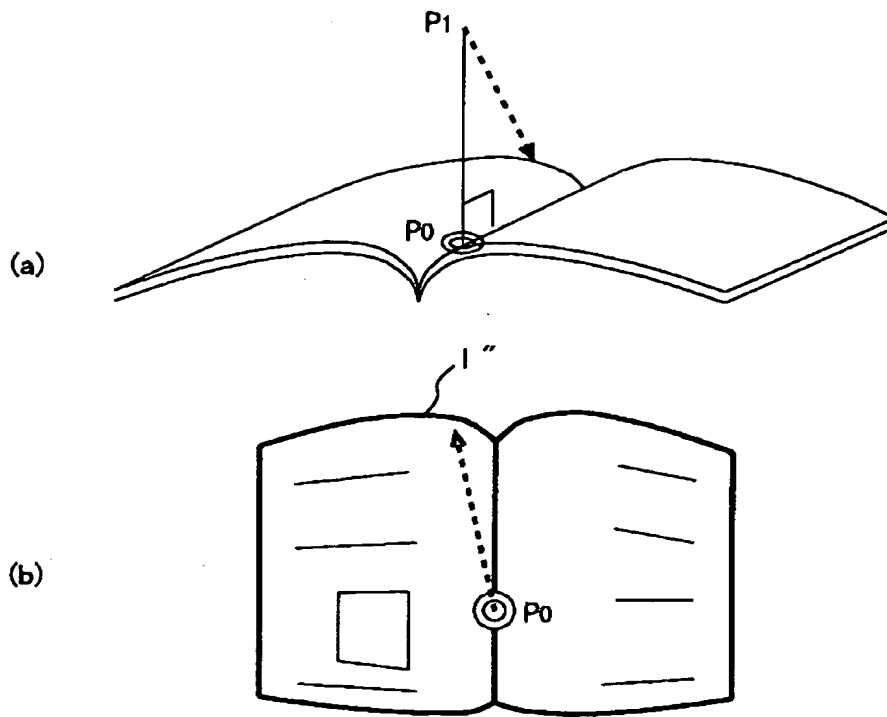
【図 8】



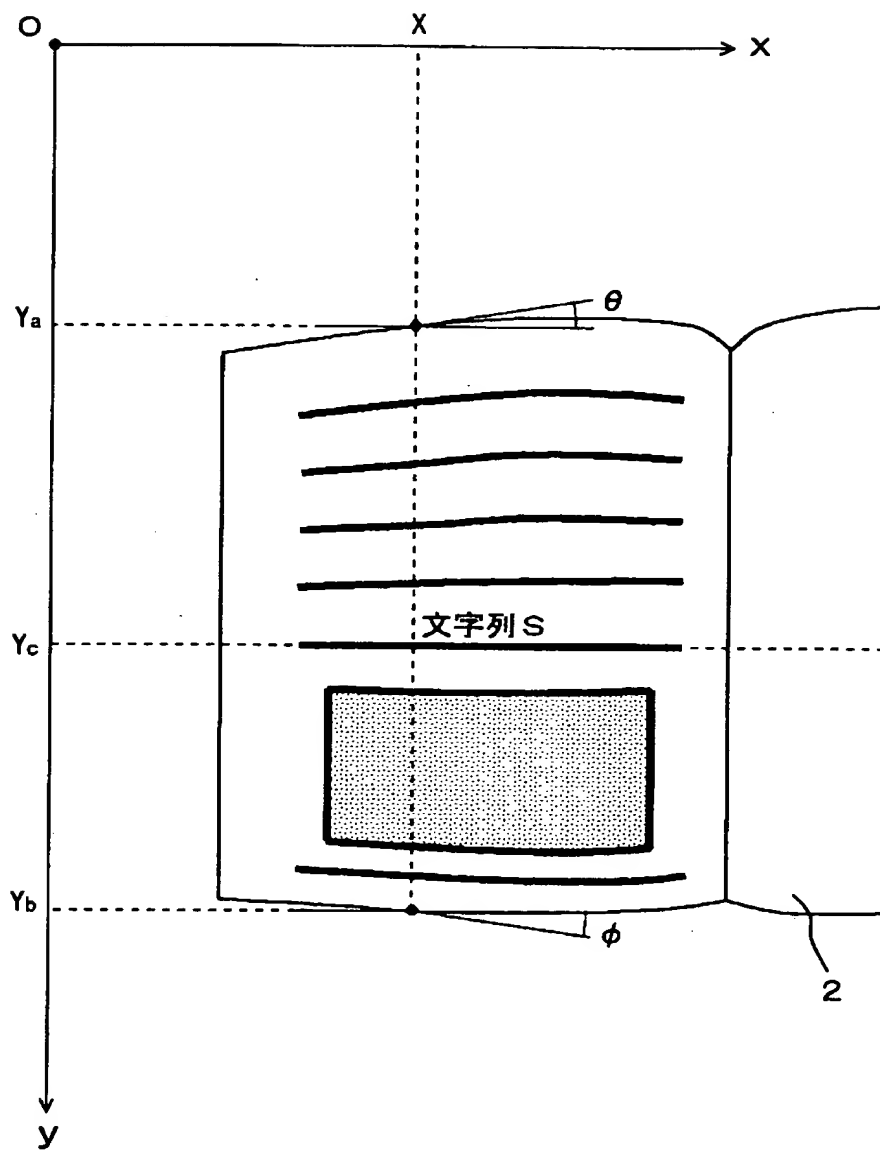
【図 9】



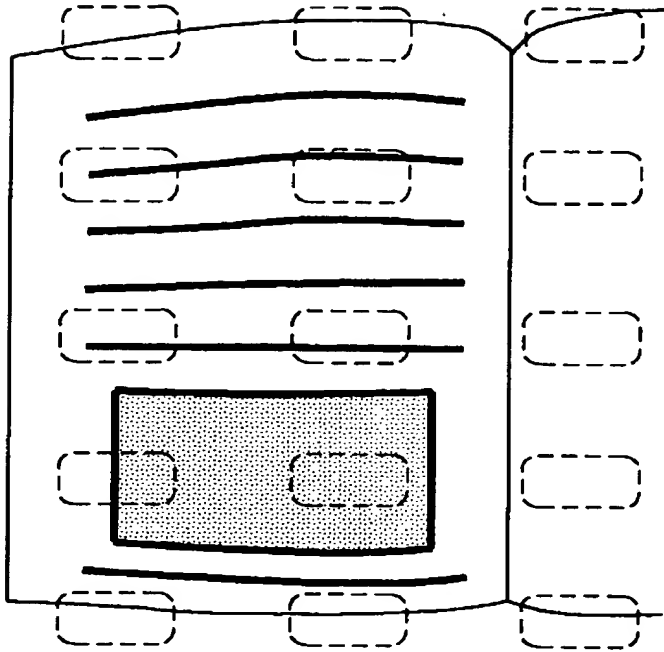
【図 10】



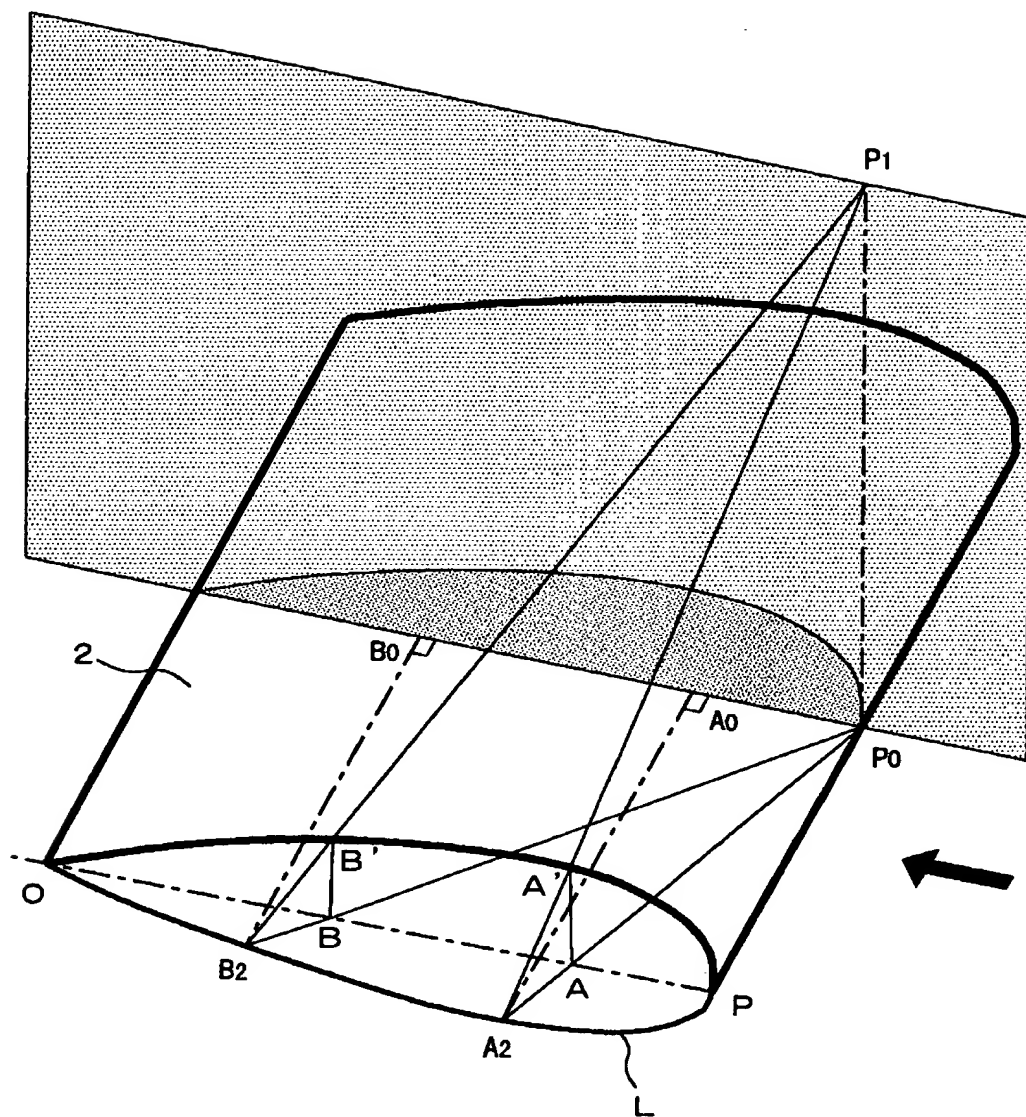
【図 11】



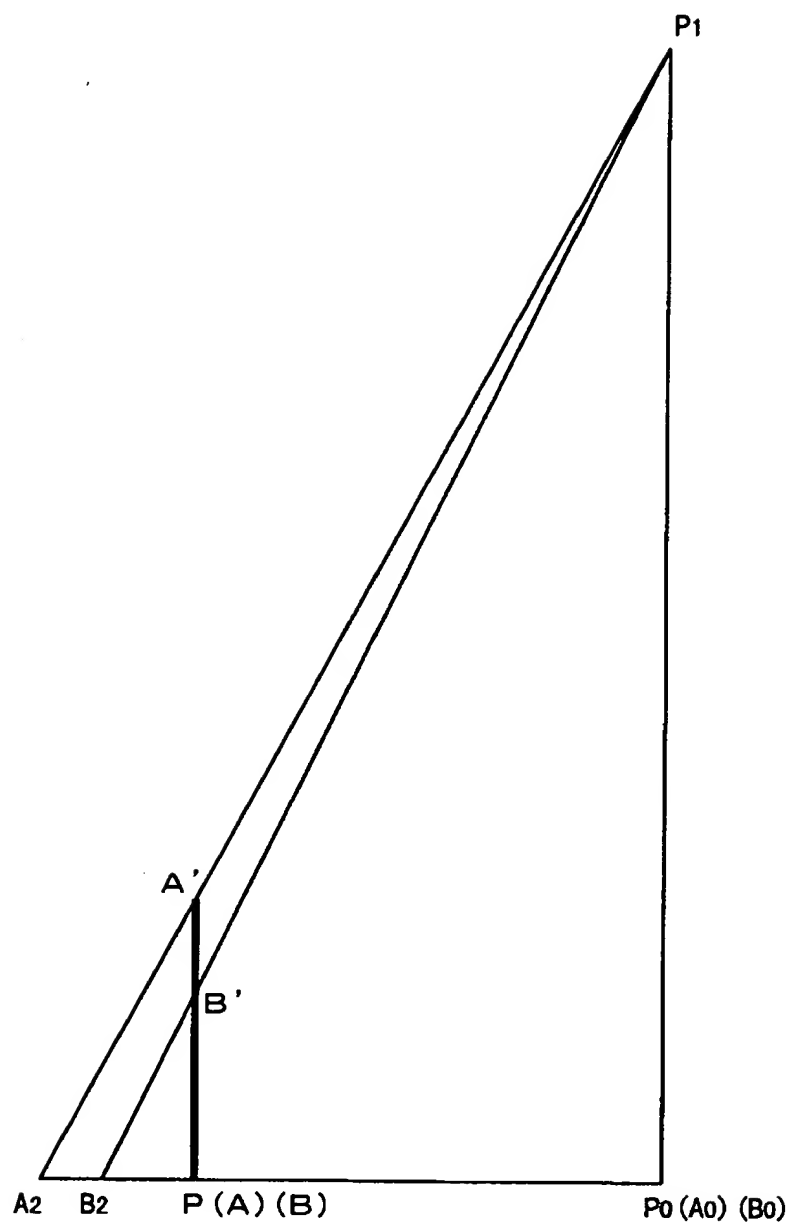
【図 12】



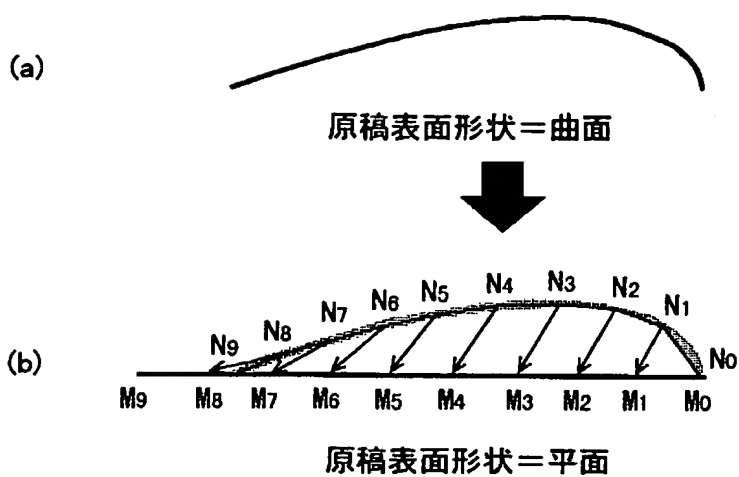
【図13】



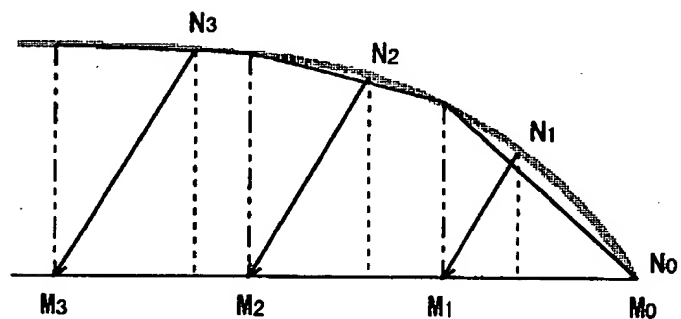
【図 1 4】



【図 15】

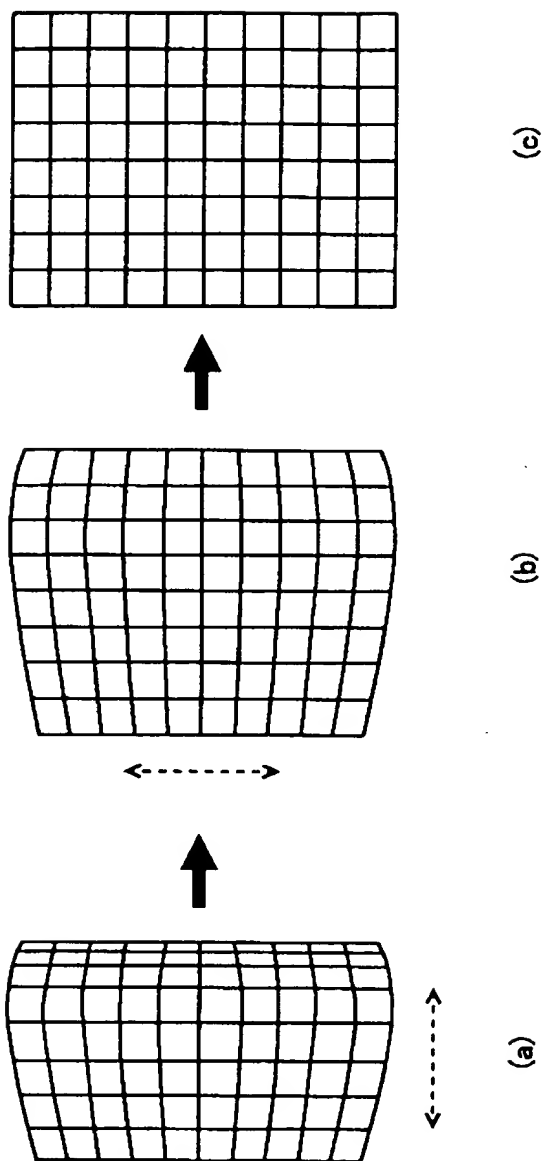


【図 16】

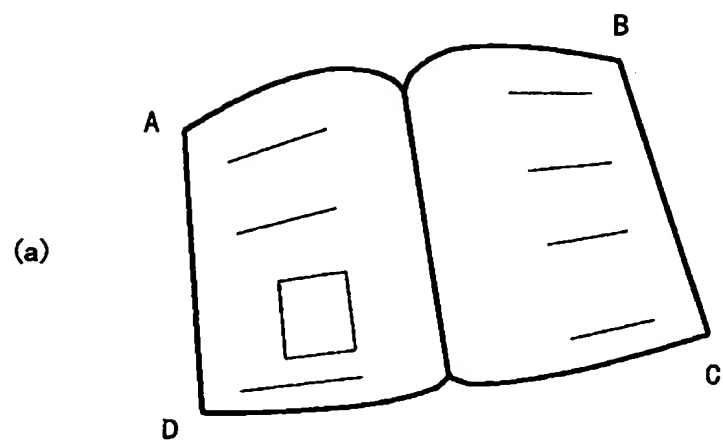




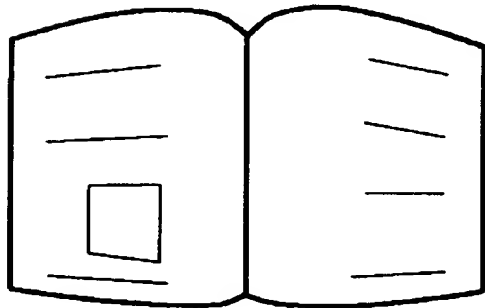
【图 1 7】



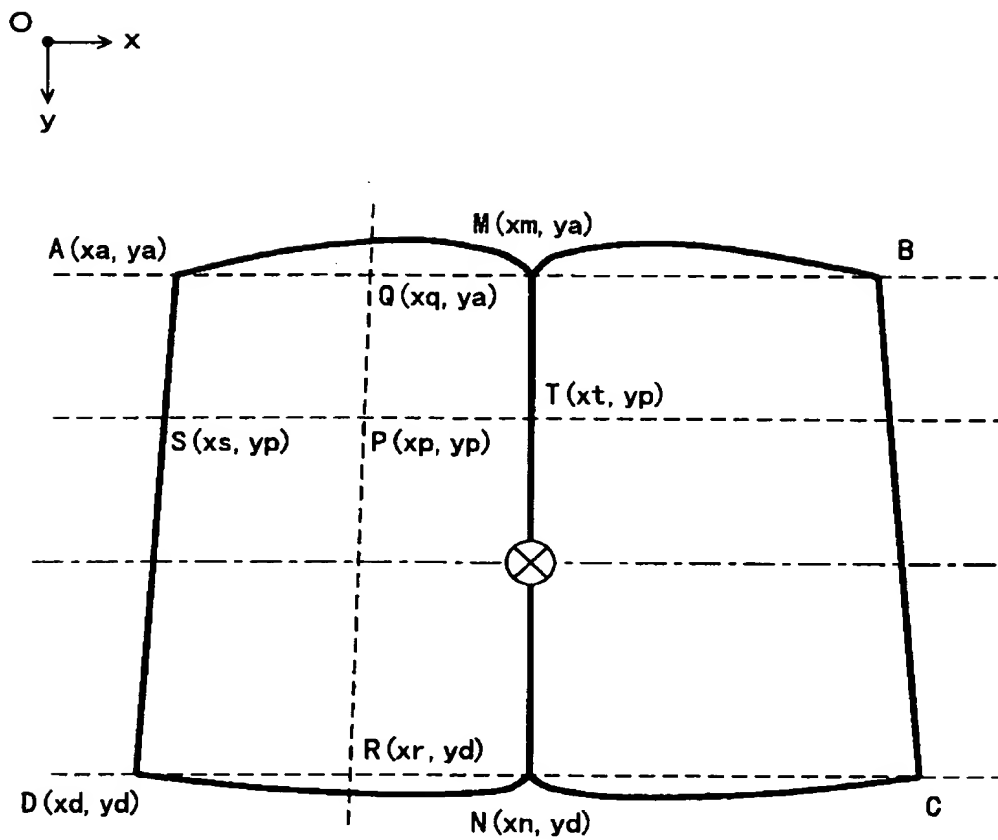
【図 1 8】



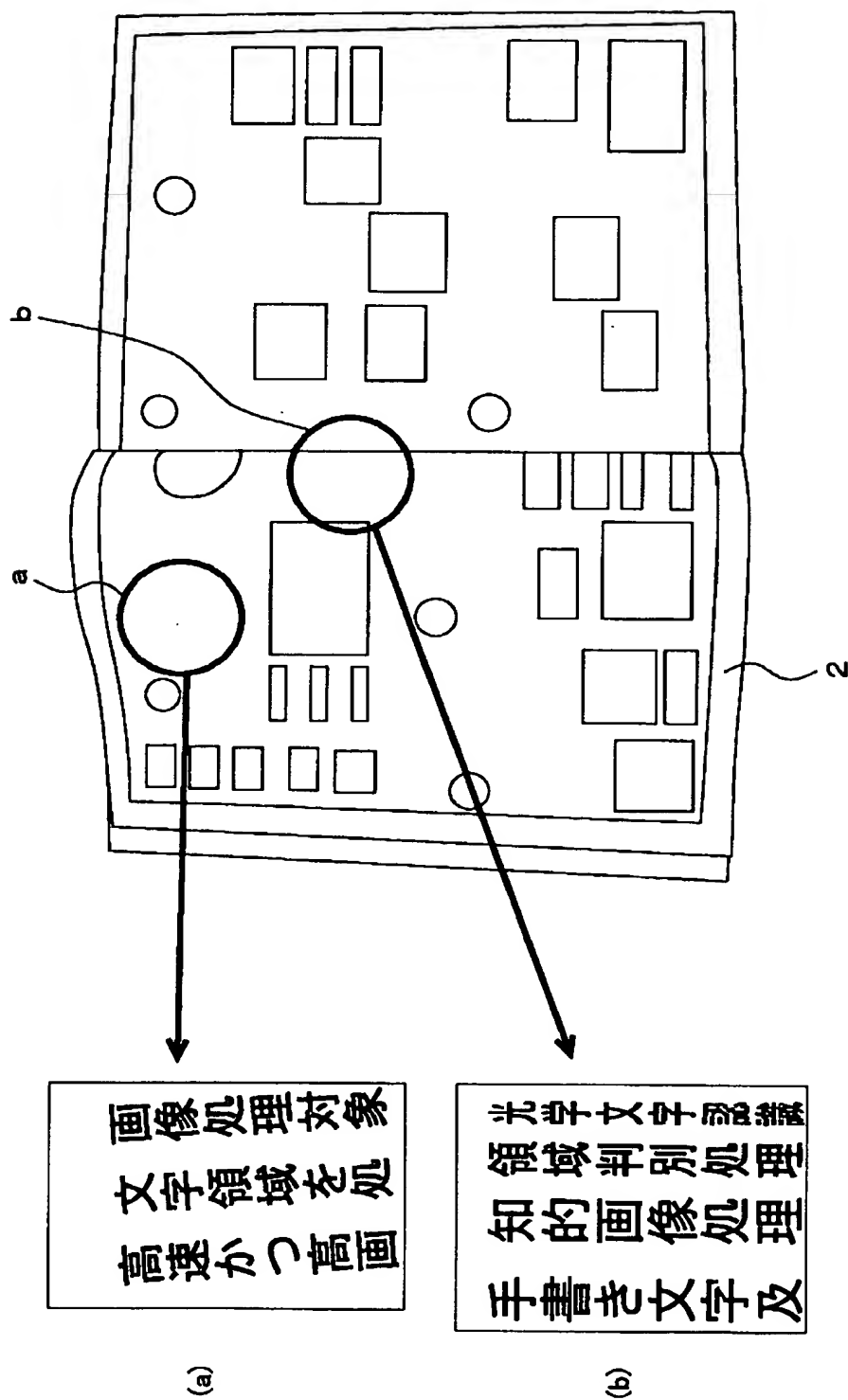
(b)



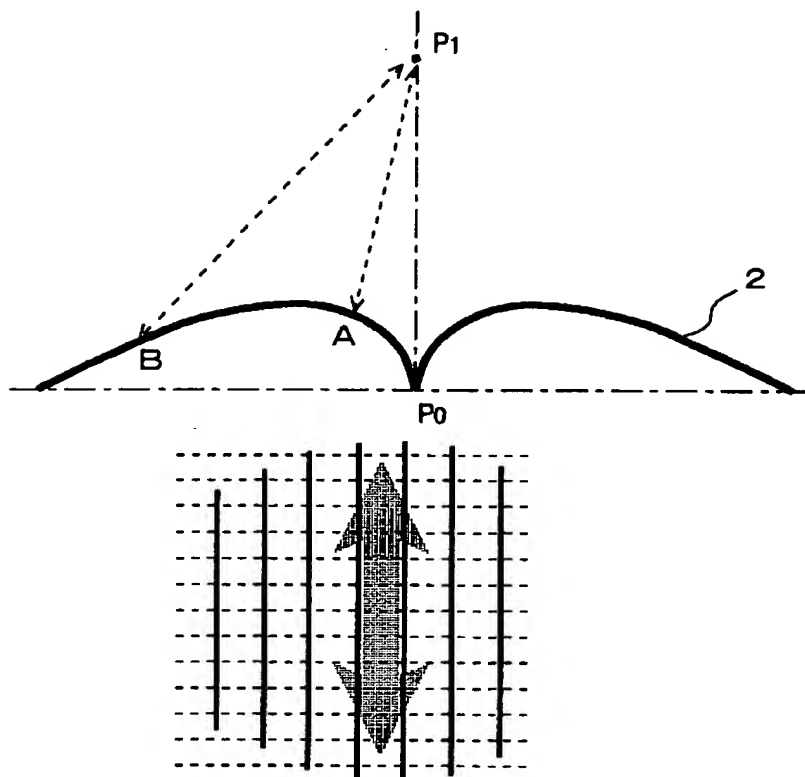
【図 1 9】



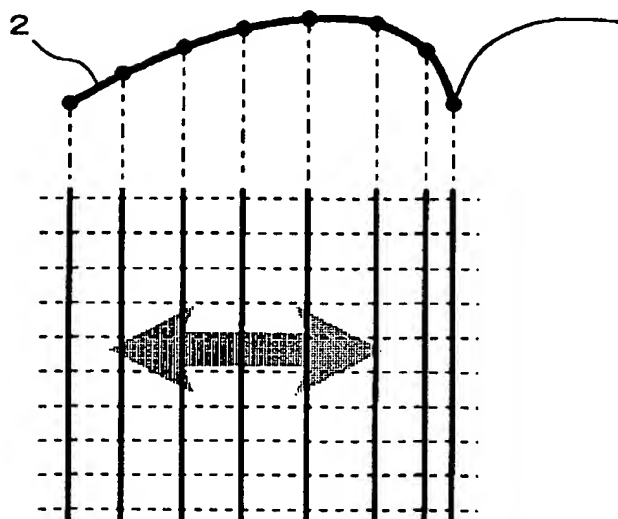
【図 20】



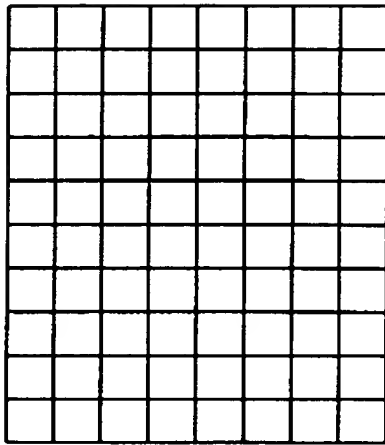
【図 2 1】



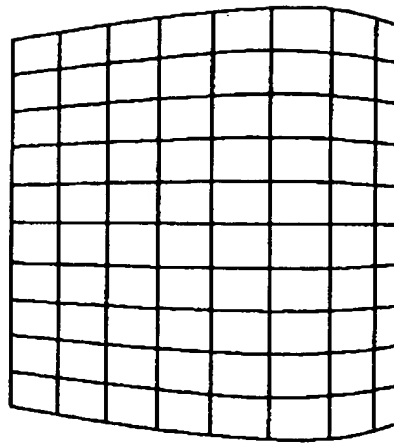
【図 2 2】



【図 2 3】



(a)



(b)

【書類名】            要約書

【要約】

【課題】    撮影対象面の高さが一様でないために生じる撮影画像の歪みを、撮影条件によらず、容易かつ正確に補正することのできる歪み補正装置を提供する。

【解決手段】    見開き原稿等の入力画像データに所定の前処理（S 3 0 1）、およびエッジ画像の作成処理を行なう（S 3 0 3）。作成されたエッジ画像から原稿の上端および下端の検出を行なう（S 3 0 5）。検出された原稿の上下端情報から、撮像器と原稿との相対位置について検出を行なう（S 3 0 7）。次に、撮像器から原稿までの概距離、撮像器の相対位置、および原稿端情報を用いて、原稿上の各点における高さ情報を算出する（S 3 0 9）。最後に、入力画像データに高さ情報を用いた幾何学変形補正を行なう（S 3 1 1）。

【選択図】            図 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000006079]

1. 変更年月日 1994年 7月20日

[変更理由] 名称変更

住 所 大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪国際ビル  
氏 名 ミノルタ株式会社